

data // Жизнь исследования после исследования: как сделать результаты понятными и полезными. - 2016. - С. 988-991

7. Тан Вэй, Блейк Брайан, Салех Иман. Аналитика Больших Данных и социальные сети // Открытые системы. СУБД. — 2013. — № 8. — С. 37–41.

8. Фролов, А. Роскомнадзор запретил свободную обработку данных из «ВКонтакте»: чем это грозит бизнесу / А. Фролов // vc.ru [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. – Режим доступа: <https://vc.ru/25542-rkn-vk-rules>

9. Popsters Что маркетолог должен знать о парсерах в соцсетях [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. – Режим доступа: <https://popsters.ru/blog/post/102>

10. Radar исследовательская компания Мониторинг социальных медиа [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. – Режим доступа: http://radar-research.ru/data_gathering/smm_monitoring/

11. Vk.com Правила защиты информации о пользователях сайта VK.com [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. – Режим доступа: <https://vk.com/privacy>

12. Z&G. Branding Как правильно описать целевую аудиторию [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. – Режим доступа: http://zg-brand.ru/statiy/celevaya-auditoriya/kak_pravil_no_opisat_celevuyu_auditoriyu/

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ STL И ARIMA ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ КУРСА АКЦИЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ

Д.А. Малимонов, Д.Ю. Козлов

Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Аннотация

В статье представлен сравнительный анализ двух методов прогнозирования временных рядов: ARIMA (авторегрессионное интегрированное скользящее среднее) и STL (сезонная и трендовая декомпозиция с использованием взвешенной локальной регрессии). Для временных рядов, представляющих из себя актуальные курсы акций телекоммуникационных компаний “АФК Система”, “Мегафон”, “Мобильные телесистемы” (МТС), “Ростелеком” и “Теле2” за пятидневный период с дискретизацией в 15 минут, применялись оба вышеуказанных метода. При анализе каждого временного ряда была выделена сезонная и трендовая составляющая, по которым строилась математическая модель прогнозирования дальнейшего курса соответствующей акции. Построен прогноз на период в один день для каждой из пяти выбранных акций. Приведены графики реальных и спрогнозированных временных рядов для возможности наглядного сравнения точности результатов прогнозирования. Численные оценки точности построенных прогнозов осуществлялись с

помощью метода максимального правдоподобия, а также вычисления суммы квадратов отклонений между спрогнозированным и фактическим курсами каждой акции.

Ключевые слова: анализ временных рядов, методы прогнозирования, курс акций телекоммуникационных компаний, математическая модель, авторегрессионное интегрированное скользящее среднее, ARIMA, сезонная и трендовая декомпозиция с использованием взвешенной локальной регрессии, STL.

COMPARISON OF STL AND ARIMA METHODS FOR THE ANALYSIS OF TIME SERIES ON THE EXAMPLE OF SHARE PRICE OF TELECOMMUNICATION COMPANIES

D.A. Malimonov, D.Y. Kozlov
Altai State University (Barnaul, Russia)

Abstract

The article presents a comparative analysis of two methods of forecasting time series: ARIMA (autoregressive integrated moving average) and STL (seasonal and trend decomposition using locally-weighted regression). For the time series representing the current stock prices of telecommunications companies “AFK Sistema”, “Megafon”, “Mobile TeleSystems” (MTS), “Rostelecom” and “Tele2” for a five-day period with a sampling of 15 minutes, both of the above methods were applied. When analyzing each time series, a seasonal and trend component was identified, along which a mathematical model for forecasting the future relevant share price. A forecast was prepared for a period of one day for each of the five selected shares. The graphs of real and predicted time series are given for the possibility of a visual comparison of the accuracy of forecasting results. Numerical estimates of the accuracy of the constructed forecasts were made using the maximum likelihood method, as well as calculating the sum of squares of deviations between the predicted and actual rates of each share.

Keywords: time series analysis, forecasting methods, share price of telecommunication companies, mathematical model, autoregressive integrated moving average, ARIMA, seasonal and trend decomposition using locally-weighted regression, STL.

Выявление закономерностей в курсе акций телекоммуникационных компаний дает возможность построить прогностическую модель для предсказания поведения курса акций на краткосрочный период. Данные о котировке представляются в виде временных рядов, для прогнозирования которых су-

существуют различные подходы. Из распространенных методов можно выделить авторегрессионное интегрированное скользящее среднее [1, С. 121], а также сезонную и трендовую декомпозицию с использованием взвешенной локальной регрессии [2, С. 71]. Для оценки качества методов прогнозирования будут использоваться метод максимального правдоподобия и вычисление суммы квадратов разностей спрогнозированного и фактического курса каждой акции.

Анализ и прогнозирование временных рядов проводилось на примере курса акций 5 телекоммуникационных компаний: АФК Система, Мегафон, МТС, Ростелеком и Теле2. Прежде всего были получены актуальные данные цен акций с 19 апреля 2018 года по 26 апреля 2018 года включительно с периодом в 15 мин (36 показателей курса акций в день). Весь набор данных был разделен на обучающую (19 апреля – 25 апреля) и тестовую часть (26 апреля). Так как в выходные дни (суббота, воскресенье) фондовый рынок закрыт и торги не производятся, то и курс на 21 и 22 апреля 2018 года отсутствует. Все данные были получены из официального источника [3].

На начальном этапе анализа для обоих методов требовалось сгладить как случайные, так и периодические колебания временного ряда, а также выявить имеющуюся трендовую составляющую, поэтому для подобной фильтрации компонентов было построено скользящее среднее. В качестве основного параметра методов прогнозирования необходимо определить сезонную составляющую. При анализе такого короткого временного ряда целесообразно в качестве сезонности выбрать участок длиной в один день, так как характерные изменения (например, падение) курса прослеживается именно при переходе с предыдущего дня на новый. Открытие торгов на фондовом рынке начинается в 10:00 часов, а закрытие – в 18:45 по московскому времени. Так как данные были получены с дискретизацией раз в 15 минут, то сезонный лаг в течение дня будет равен 36, что и соответствует параметру сезонности.

В качестве первого метода обработки временных рядов выбрана сезонная и трендовая декомпозиция с использованием взвешенной локальной регрессии (seasonal and trend decomposition using locally-weighted scatterplot smoothing (regression), STL). Для определения трендовой направляющей для курса каждой анализируемой акции была построена кривая взвешенной локальной регрессии, с шириной окна тренда равной 36. Для дальнейшей декомпозиции временного ряда выбираем окно тренда равное окну сезонности (см. пример на Рис. 1).

Официальные данные курса акций на 26 апреля были временно удалены для построения прогноза на этот день, следовательно, скользящее среднее, характеризующее тренд, построено до конца предыдущего дня, а именно до конца 25 апреля.

Далее, на основании сезонной и трендовой составляющей строим график декомпозиции, в котором помимо уже известных данных присутствуют остатки или, иначе говоря, нерегулируемый компонент (Рис. 2). Он представ-

ляет собой остатки или оставшиеся временные ряды после удаления сезонных и трендовых компонентов из исходных данных.

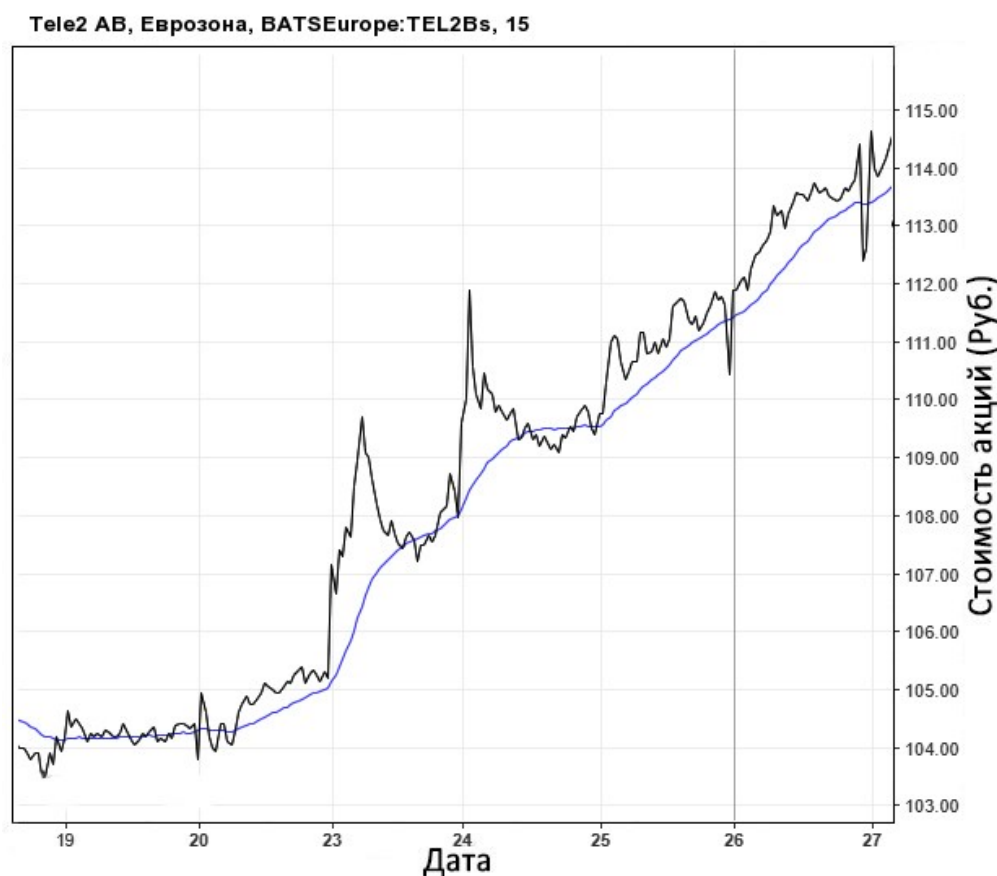


Рисунок 1. – Кривая взвешенной локальной регрессии курса акций компании "Теле2" на период с 19.04 по 26.04

По этому графику видно, что ближе к концу тестового периода остатки осциллируют не более чем на 1 пункт в положительную и отрицательную сторону, что говорит о вероятности более точного прогноза.

По итогу использования метода STL был получен не только тренд, но и некоторые колебания в течение прогнозируемого дня, которые характеризовали изменчивость курса акций.

В качестве второго метода прогнозирования временного ряда было выбрано авторегрессионное интегрированное скользящее среднее (autoregressive integrated moving average, ARIMA) [4, С. 48]. Первым делом, для проверки нулевой гипотезы о том, что единичный корень (порядок интеграции = 1) присутствует в образе временных рядов, определим порядок d с помощью расширенного теста Дики-Фуллера. Он предназначен для проверки ряда на стационарность. Для этого зададим $d=1$ и построим график дифференцированного ряда (Рис. 3).

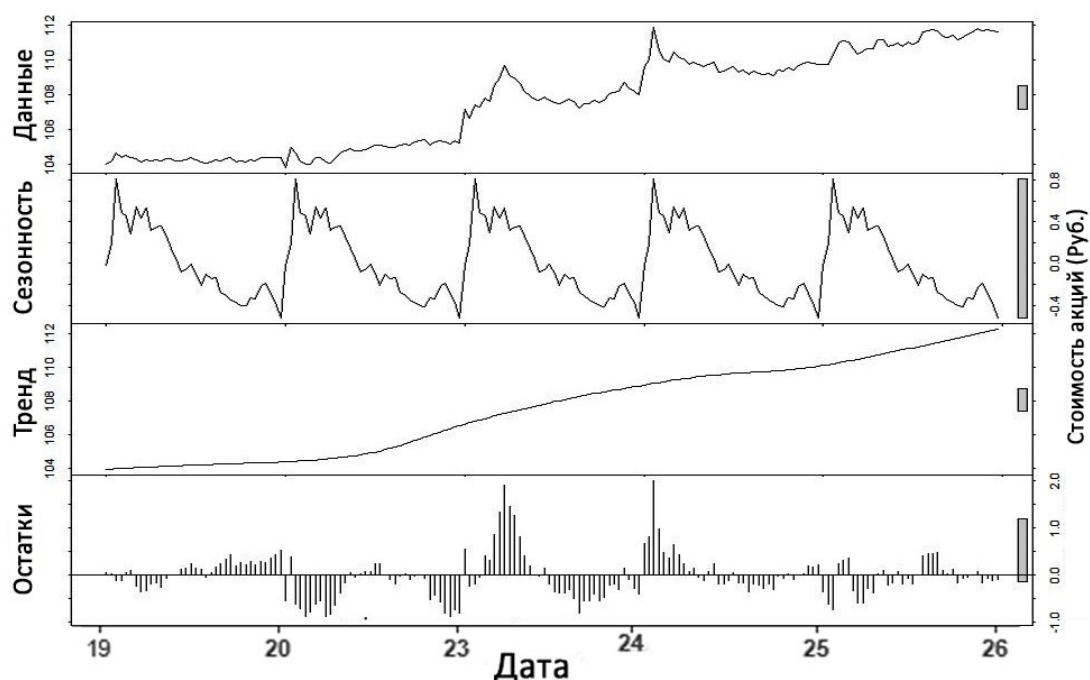


Рис. 2 Декомпозиция временного ряда курса акций компании “Теле2” на период с 19.04 по 25.04.

По рис. 3 мы видим колебания временного ряда вблизи нуля без видимого сильного тренда. Это говорит о том, что ряд нестационарный, различие условий порядка 1 является достаточным и должно быть включено в модель [4, С. 62].

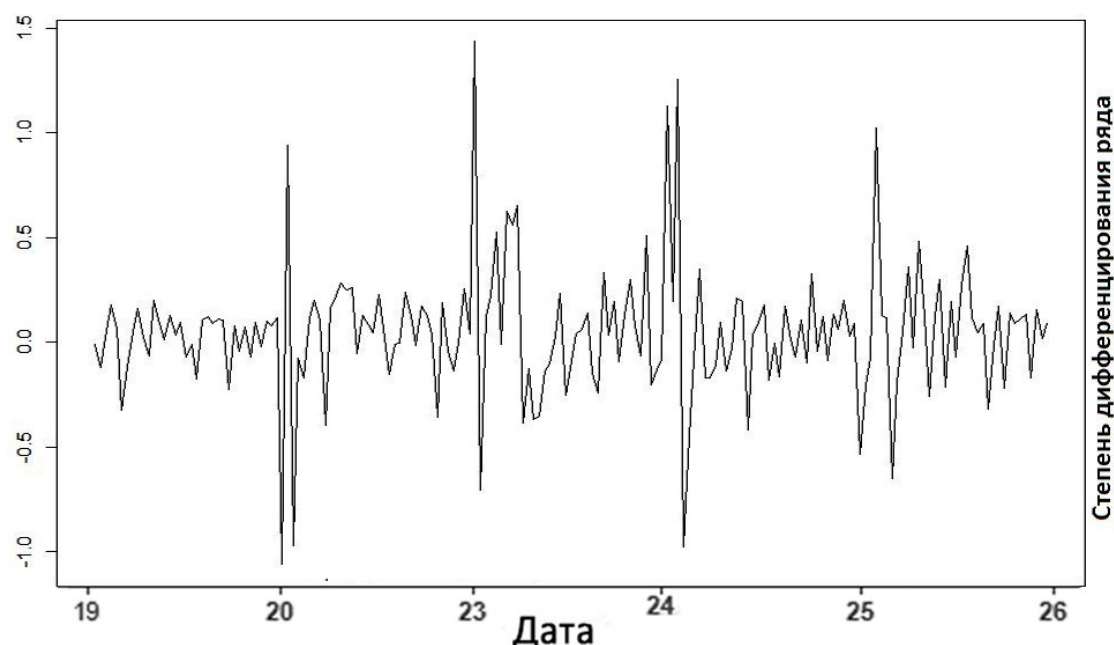


Рис. 3 Дифференцированный временной ряд курса акций компании “Теле2” на период с 19.04 по 25.04.

Далее была построена автокорреляционная функция (ACF), которая представляет из себя визуальный инструмент для определения того, является

ли временной ряд стационарным [4, С. 71]. В дополнение к этому, график ACF может помочь выявить порядок модели $MA(q)$. Если ряд коррелирует с запаздываниями, то, как правило, существуют некоторые трендовые или сезонные компоненты, и поэтому его статистические свойства не являются постоянными с течением времени. График ACF отображает корреляцию между временным рядом и его запаздыванием (Рис. 4).

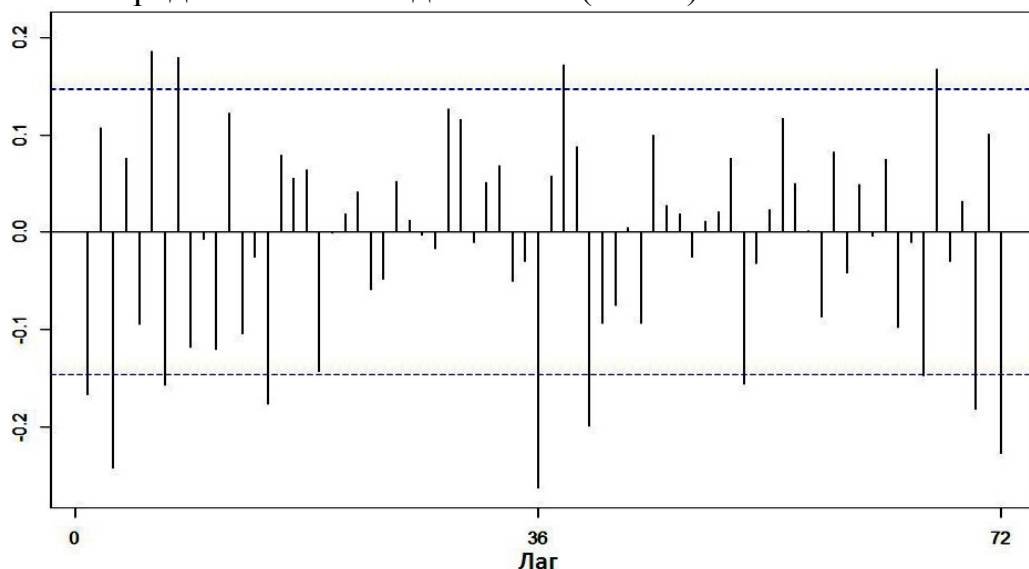


Рис. 4 Построение автокорреляционной функции (ACF) для временного ряда курса акций компании “Теле2”.

Следом был получен частичный автокорреляционный график (PACF), отображающий корреляцию между переменной и ее запаздываниями, которая не объясняется предыдущими задержками. Также он полезен при определении порядка модели $AR(p)$ (Рис. 5).

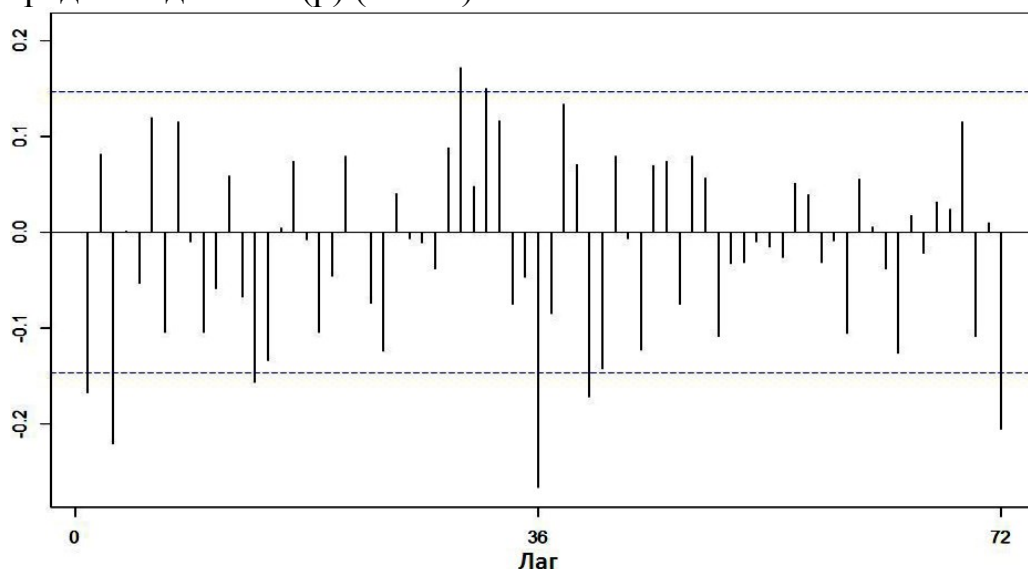


Рис. 5 Построение частично автокорреляционной функции (PACF) для временного ряда курса акций компании “Теле2”.

На одной координатной плоскости (Рис. 6) построим графики по результатам прогнозирования методами ARIMA и STL, а также по данным реального курса акций на 26 апреля. [5, С. 68].

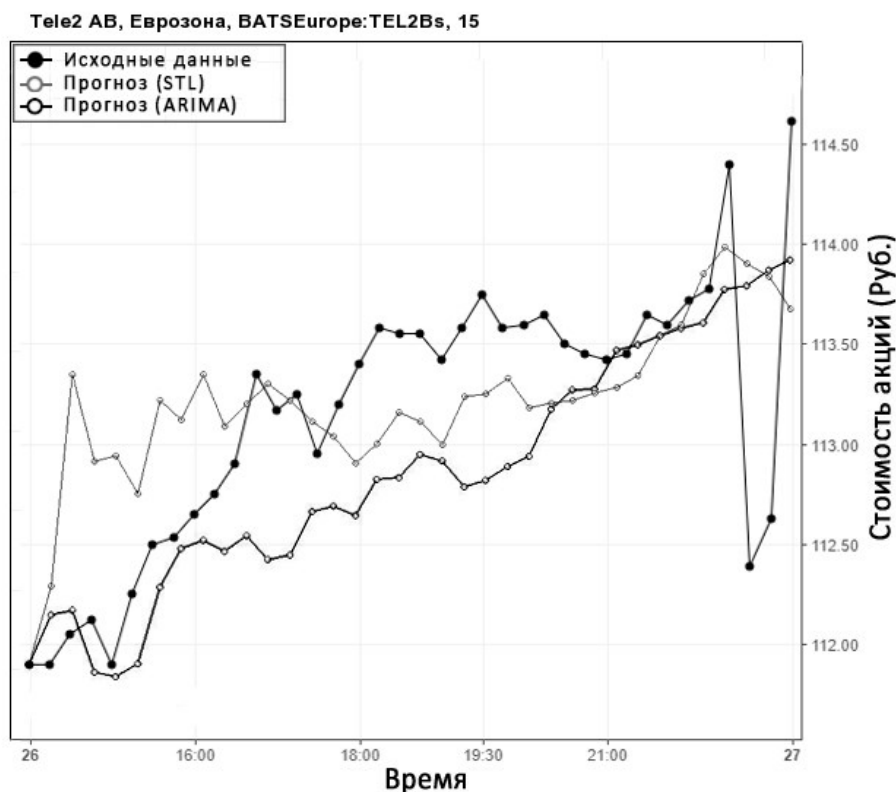


Рис. 6 Прогнозирование курса акций компании “Теле2” на 26 апреля с использованием метода ARIMA и метода STL

Результаты обоих тестов, а также исходные данные попадали в доверительный интервал (Рис. 7).

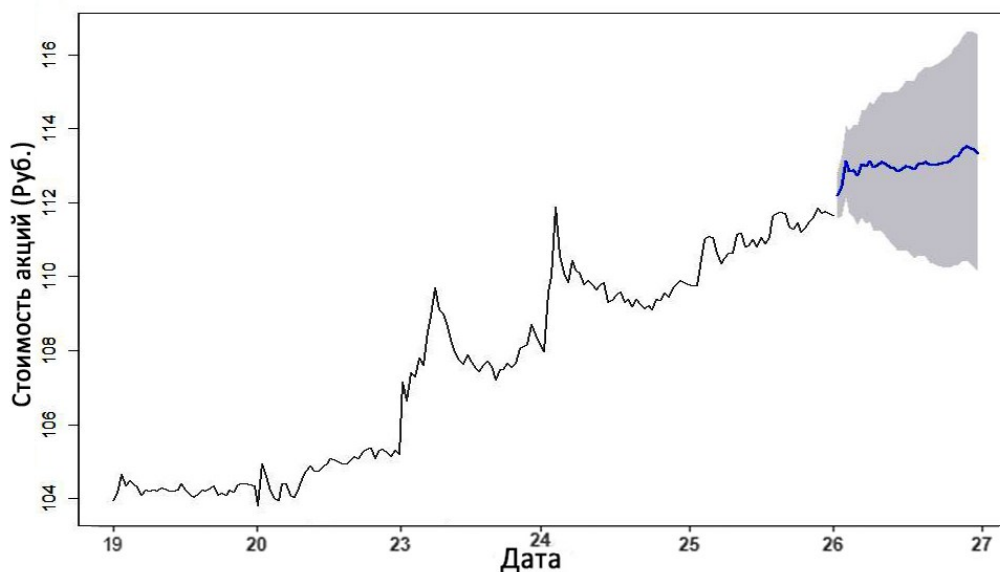


Рис. 7 Доверительный интервал временного ряда курса акций компании “Теле2” на 26 апреля

Помимо акций Теле2 были спрогнозированы курсы прочих телекоммуникационных компаний: Мегафон и Ростелеком (Рис. 8), АФК Система и МТС (Рис. 9).

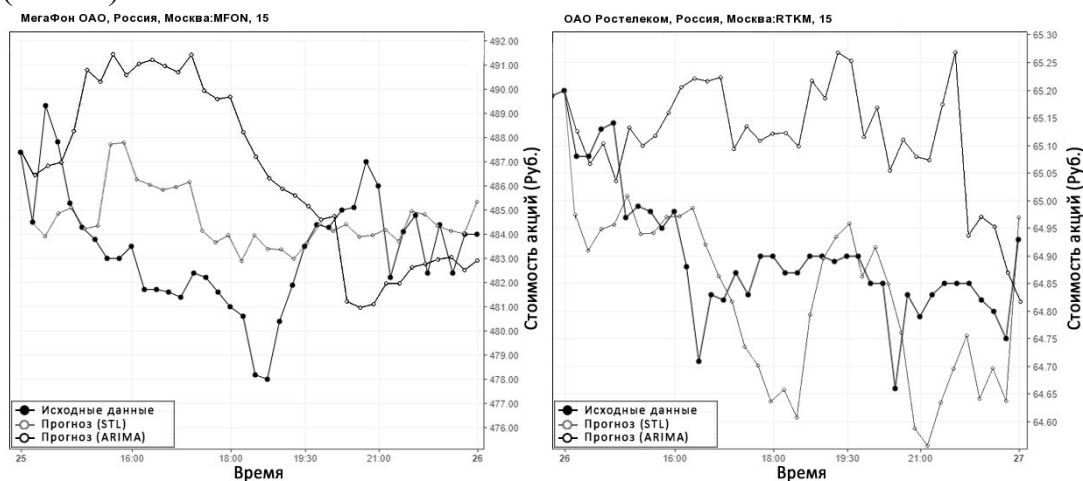


Рис. 8 Прогнозирование курса акций “Мегафон” и “Ростелеком” на 26 апреля с использованием метода ARIMA и метода STL

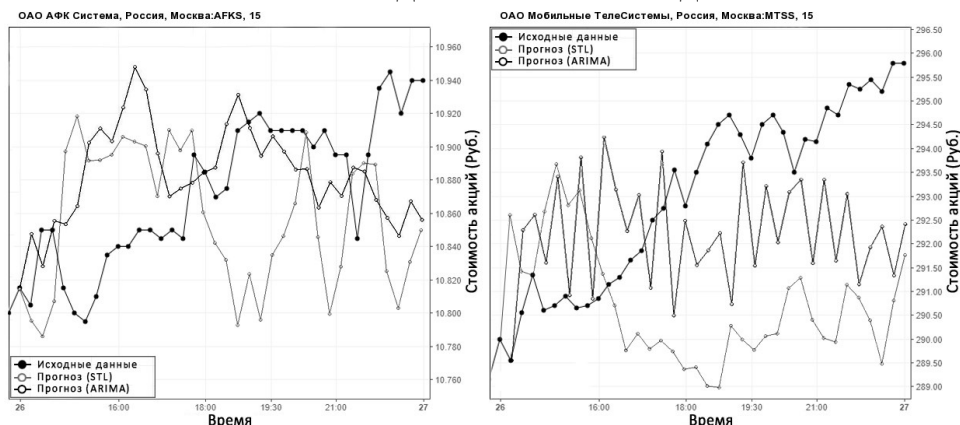


Рис. 9 Прогнозирование курса акций “АФК Система” и “МТС” на 26 апреля с использованием метода ARIMA и метода STL.

Отметим, что как результаты прогноза, так и исходные данные попада-ли в доверительный интервал (Рис. 10-11).

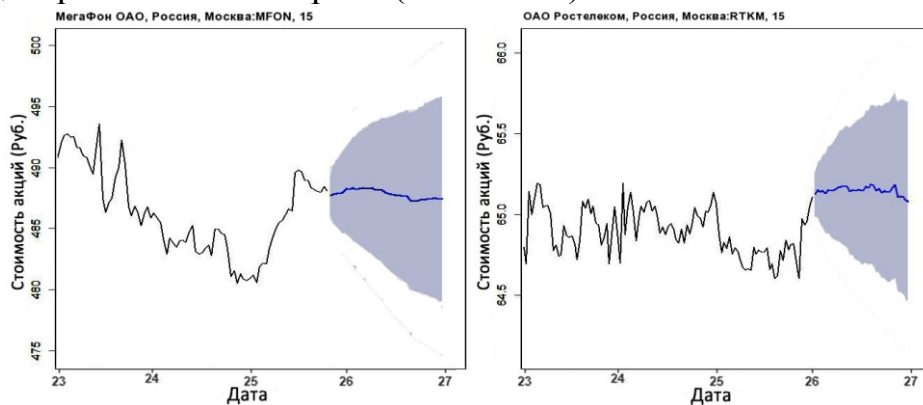


Рис. 10 Доверительный интервал временного ряда курса акций компании “Мегафон” и “Ростелеком” на 26 апреля

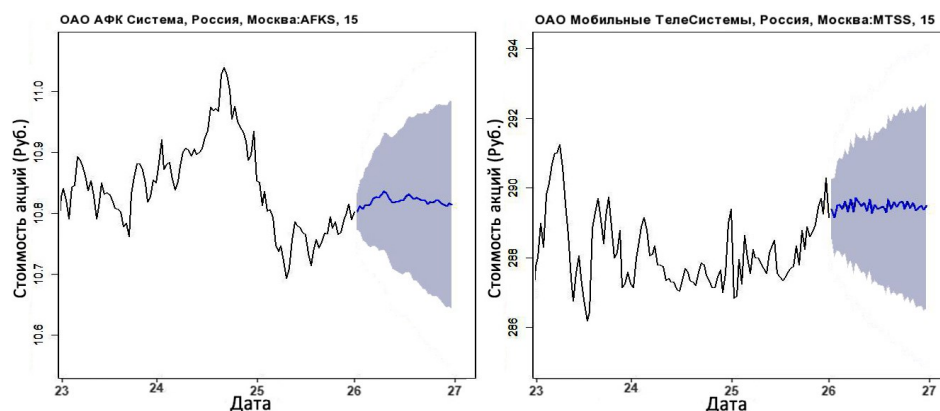


Рис. 11 Доверительный интервал временного ряда курса акций компании “АФК Система” и “МТС” на 26 апреля

Для численной оценки и сравнения точности прогнозов моделей с использованием ARIMA и STL были использованы метод максимального правдоподобия, вычисление суммы квадратов отклонений между спрогнозированным и фактическим курсами каждой акции, а также значение абсолютной погрешности, даваемой каждым из методов (Таблица 1).

Таблица 1. – Результаты сравнения точности прогнозов временного ряда курса акций 5 телекоммуникационных компаний

Название компании	Отклонение от официальных данных					
	Суммы квадратов отклонений		Метод максимального правдоподобия		Абсолютная погрешность	
	STL	ARIMA	STL	ARIMA	STL	ARIMA
АФК Система	0,85%	0,68%	58,7%	100,77%	0,66%	0,5%
Мегафон	1,02%	0,94%	34,82%	82,43%	1,01%	0,95%
МТС	1,79%	1,54%	72,45%	130,73%	1,43%	1,22%
Ростелеком	0,33%	0,45%	33,85%	169,07%	0,3%	0,4%
Теле2	0,31%	0,17%	95,8%	42,08%	0,11%	0,08%

Из таблицы 1 видно, что при оценке с помощью суммы квадратов разностей между спрогнозированным и реальным курсами акций отклонение от официальных данных меньше при использовании метода авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (ARIMA). Видимо, это связано с тем, что трендовая составляющая у метода ARIMA в большинстве случаев повторяет официальные данные. Подобная картина наблюдается и при оценке методом максимального правдоподобия. Из вышесказанного можно сделать вывод, что среди приведенных в статье акций метод ARIMA показывает более точный результат, чем STL. Тем не менее в ситуации с акциями Ростелеком прогноз STL оказался немного точнее. Исходя из этого следует учиты-

вать, что для каждого финансового инструмента необходимо подбирать свой метод прогнозирования.

Библиографический список

1. Айвазян С.А., Прикладная статистика. Основы эконометрики. - Москва, 2001. – 432 с.
2. Дженкинс Г.М., Кулаков В.И., Анализ временных рядов, прогноз и уравнение. Том 1 -Великобритания, 1969. – 405 с.
3. Investing.com – котировки и финансовые новости [Электронный ресурс]: <https://ru.investing.com>
4. Мастицкий С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. -Тольятти, 2014. – 401 с.
5. Кабаков Р.И., Анализ и визуализация данных в программе R. -Нью-Йорк, 2014. – 589 с.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ВЕБ-ДИЗАЙН ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Д. А. Новосёлов, А. К. Хасанов

Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Аннотация

В современном обществе существует объективная потребность в квалифицированных кадрах, способных реализовать потенциал современных интернет-технологий для решения различных профессиональных задач. Одним из ключевых специалистов, принимающих участие в проектировании интернет-ресурсов (веб-сайтов), является педагогический веб-дизайнер. Анализ профессиональных задач специалистов, принимающих участие в работе над сайтами образовательных организаций позволил уточнить понятие педагогический веб-дизайн, под которым мы понимаем отрасль веб-разработки, направленную на графическое оформление и проектирование пользовательского интерфейса с целью обеспечения высоких педагогических свойств и информационных качеств интернет-ресурса.

Спрос на обучение педагогическому веб-дизайну в сжатые сроки достаточно высок. Выделение в направлении подготовки «веб-дизайн» узких специализаций в соответствии с решаемыми профессиональными задачами того или иного участника команды веб-разработчиков (визуальный дизайнер, верстальщик, специалист по юзабилити и т. п.) позволит осуществить оперативную подготовку востребованных, достаточно квалифицированных специалистов в области веб-дизайна. Педагогический веб-дизайн является не только инструментом моделирования для обучения, но и принципиально новым язы-